

*Kandungan Unsur Besi (Fe) dan Seng (Zn)
dalam Bahan Pangan Produk Pertanian, Perikanan dan Peternakan
Ditentukan dengan Metode k_0 -AANI
(Th Rina Mulyaningsih)*

ISSN 1411 – 3481

KANDUNGAN UNSUR Fe DAN Zn DALAM BAHAN PANGAN PRODUK PERTANIAN, PETERNAKAN DAN PERIKANAN DENGAN METODE k_0 -AANI

Th Rina Mulyaningsih

Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir- BATAN
Gd 42 Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang 15314
Email : thrina2005@yahoo.com

ABSTRAK

KANDUNGAN UNSUR Fe DAN Zn DALAM BAHAN PANGAN PRODUK PERTANIAN, PETERNAKAN DAN PERIKANAN DITENTUKAN DENGAN METODE k_0 -AANI. Kekurangan mikronutrien besi(Fe) dan seng (Zn) banyak diderita oleh masyarakat. Untuk itu telah dilakukan penentuan unsur Fe dan Zn dalam cuplikan bahan pangan produk pertanian, peternakan dan perikanan. Tujuan penelitian adalah untuk memperkirakan asupan Fe dan Zn melalui bahan makanan yang dikonsumsi. Pengambilan cuplikan dilakukan di Pasar Serpong. Penentuan kadar unsur dalam cuplikan dilakukan dengan metode analisis aktivasi neutron instrumental k_0 (k_0 -AANI). Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan Fe dan Zn dalam daging sapi, kambing dan hati kambing > 150 $\mu\text{g/g}$, sedang dalam daging ayam sekitar 30 $\mu\text{g/g}$. Bahan ini merupakan sumber asupan Fe dan Zn yang bagus, tetapi karena tingkat konsumsi jenis bahan makanan ini rendah 0,001 – 0,018 kg/hari, maka asupannya cukup rendah 0,1 – 0,5 mg/hari. Kandungan Fe dan Zn dalam beras < 50 $\mu\text{g/g}$, tetapi karena tingkat konsumsi beras cukup tinggi 0,3 kg/hari, maka asupan Zn dan Fe dari beras cukup tinggi. Bayam dengan kandungan Fe 248 $\mu\text{g/g}$ dan Zn 119 $\mu\text{g/g}$, dan kangkung dengan kandungan Fe 337 $\mu\text{g/g}$ dan Zn 54,84 $\mu\text{g/g}$, dan dengan tingkat konsumsi sekitar 0,015 kg/hari, maka merupakan sumber asupan Zn dan Fe yang bagus, yaitu 0,8 – 3,5 mg/hari. Telur dengan kandungan Fe dan Zn lebih rendah dari daging, tetapi karena tingkat konsumsi lebih besar yaitu 0,022 kg/hari, maka asupan Fe dan Zn dari telur lebih tinggi yaitu 0,85 – 1,64 mg/hari. Dengan mengetahui kandungan Fe dan Zn dalam berbagai bahan makanan, ditunjang dengan data tingkat konsumsinya, maka dapat diperkirakan asupan Fe dan Zn setiap harinya.

Kata kunci: bahan makanan, AAN, besi, seng.

ABSTRACT

THE CONCENTRATION OF Fe AND Zn IN FOOD-STUFF OF AGRICULTURE, HUSBANDRY AND FISHERY DETERMINED BY k_0 -INAA. Deficiency of iron (Fe) and zinc (Zn) micronutrient was suffered by population Therefore the determination of Fe and Zn in agriculture, husbandry, and fishery were carried out. The objective of this research is to estimate Fe and Zn intake through consumed food-stuff. Sampling was done in Pasar Serpong, while Fe and Zn was determined by k_0 - instrumental neutron activation analysis (k_0 -INAA). The result of analysis indicated that concentration of Fe and Zn in beef, goat liver were >150 $\mu\text{g/g}$, in chicken flesh were around 30 $\mu\text{g/g}$. This food-stuff is good as source intake of Fe and Zn, due to level of consumption was low i.e. 0.001 – 0.018 kg/day, so its intake was lower enough i.e. 0.1 – 0.5 mg/day. The concentration of Fe and Zn in rice were < 50 $\mu\text{g/g}$, but because of consume level is high enough 0.3 kg/day, so Fe and Zn intake from rice is high enough. Zn and Fe content in spinach is 119 $\mu\text{g/g}$ and 248 $\mu\text{g/g}$, Zn and Fe content in kangkung is 54.84 $\mu\text{g/g}$, and 337 $\mu\text{g/g}$, and with consume level of ~0.015 kg/day it is good source of Zn and Fe intake i.e 0,8 – 3,5 mg/day. The concentration of Zn in egg was 39.0184 $\mu\text{g/g}$ and Fe was 74.45 $\mu\text{g/g}$ because of level consume is higher than chicken flesh, so Zn and Fe intake from egg is higher than from chicken flesh, i.e. 0.85 – 1.64 mg/day. By knowing Fe and Zn concentration in foodstuff, supported with its consume level, Zn and Fe intake every day can be estimated.

Key words: food-stuff, NAA, zinc, iron

1. PENDAHULUAN

Besi (Fe) dan seng (Zn) merupakan logam esensial yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil <100 mg/hari, yang sangat berperan bagi metabolisme tubuh. Kasus kekurangan logam Fe dan Zn prevalensinya cukup banyak dijumpai di dunia, terutama di negara-negara berkembang. Hal ini berkaitan dengan daya beli masyarakat akan bahan pangan dan pola konsumsi yang rendah. Kebutuhan akan logam ini dipenuhi melalui asupan makanan atau minuman yang dikonsumsi, sehingga pengetahuan tentang keberadaan logam Fe dan Zn dalam bahan makanan sangat penting.

Analisis aktivasi neutron merupakan metode analisis berbasis teknik nuklir yang dapat digunakan secara luas untuk penelitian di berbagai bidang seperti ilmu bahan, biologi, geokimia, lingkungan, keamanan pangan, forensik dan sebagainya. Keuntungan metode ini yaitu dengan jumlah sampel yang relatif sedikit mampu menganalisis multi unsur secara serentak, merupakan uji tidak merusak, dan tidak membutuhkan pelarutan sehingga kemungkinan kontaminasi silang dapat dihindari. Metode ini tepat digunakan untuk analisis *trace element*.

Kandungan logam Fe dan Zn di dalam cuplikan berbagai bahan makanan biasanya terdapat dalam jumlah yang relatif kecil, sehingga untuk analisisnya diperlukan metode yang memiliki sensitivitas dan selektivitas bagus. Metode AAN telah banyak digunakan dalam penelitian kandungan makronutrien dan mikronutrien

dalam berbagai cuplikan bahan makanan seperti INAA untuk menentukan unsur esensial dan toksik dalam jenis bahan makanan yang dikonsumsi masyarakat Libya, (1) INAA untuk menentukan *trace element* dalam makanan kesehatan dari Taiwan, (2) INAA untuk menentukan mineral dan *trace element* dalam roti, (3) INAA untuk menentukan unsur dalam sereal, minyak, pemanis dan sayuran di Kanada (4), dan INAA untuk menentukan *trace element* dalam teh dan minuman sachet (5,6).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan kandungan Fe dan Zn dalam beberapa jenis bahan makanan yang biasa dikonsumsi di antaranya : sayuran, bumbu dapur, kacang-kacangan, tepung, ikan, daging, tahu, tempe dan telur, dengan metode k_0 -AANI. Dengan mengetahui informasi kandungan Fe dan Zn dalam berbagai bahan makanan yang dicuplik dari daerah Serpong yang didukung oleh data pola konsumsi masyarakat daerah Serpong terhadap bahan makanan tersebut, maka asupan Fe dan Zn yang diterima masyarakat daerah pengamatan dapat diperkirakan.

Angka Kecukupan Fe dan Zn

Fe merupakan mikronutrien esensial dalam memproduksi hemoglobin yang berfungsi dalam pengangkutan oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, pengangkutan elektron dalam sel dan sintesis enzim. Zn merupakan mineral mikro yang terdapat dalam semua sel tubuh makhluk hidup, termasuk tubuh manusia. Zn dapat menstimulasi aktivitas 100 macam enzim dan terlibat sebagai kofaktor pada 200 jenis

enzim lainnya. Kekurangan asupan Zn menyebabkan rendahnya sistem imunitas (kekebalan) tubuh (7). Zn juga berperan membantu memelihara fungsi indra penciuman dan pengecap, serta dibutuhkan dalam biosintesis DNA (asam deoksiribonukleat) dan diduga sebagai aktivator enzim kolagen sintetase, yaitu suatu enzim yang berperan dalam biosintesis kolagen dan meningkatkan perbaikan jaringan. Zn juga mendukung pertumbuhan normal selama kehamilan, masa kanak-kanak, dan dewasa.

Kebutuhan tubuh akan Zn dan Fe dapat dipenuhi dari berbagai jenis makanan maupun produk suplemen yang dikonsumsi. Untuk pemenuhan gizi, maka pola konsumsi gizi seimbang untuk memenuhi segala kebutuhan gizi perlu dilakukan (7). Jadi dalam memenuhi kebutuhan tubuh akan Zn dan Fe kombinasi konsumsi makanan hewani dan nabati perlu dilakukan. Untuk itu pengetahuan tentang kandungan unsur Fe dan Zn dalam bahan makanan perlu diketahui.

Besarnya asupan Zn dan Fe yang dianjurkan untuk memenuhi kebutuhan kesehatan tubuh (angka kecukupan seng dan besi) disajikan pada Tabel 1 (8).

Defisiensi Zn dan Fe dapat terjadi apabila asupan Zn dan Fe ke dalam tubuh tidak memenuhi kebutuhan harian tubuh. Kelompok orang yang paling rentan mengalami defisiensi Zn dan Fe adalah anak masa pertumbuhan, masa produktif, masa kehamilan dan masa penyembuhan. Kelebihan asupan Zn dalam tubuh (>100 mg/hari)(9), juga berbahaya karena dapat

menyebabkan toksisitas, seperti penurunan sistem imunitas, anemia, kekurangan Cu dalam tubuh, dan pengurangan kadar HDL (*high density lipoprotein*) kolesterol di dalam darah. Demikian juga dengan Fe, masukan >60 mg/kg berat badan (9) akan menimbulkan toksisitas.

Tabel 1. Rekomendasi diet Zn dan Fe per hari yang dibutuhkan pada manusia (8)

Kelompok	Umur (tahun)/kondisi	Zn (mg)	Fe (mg)
Bayi	0,0 - 0,5	5	6
	0,5 - 1,0	5	10
Anak	1 - 3	10	10
	4 - 6	10	10
	7 - 10	10	10
Pria	11 - 14	15	12
	15 - 18	15	12
	19 - 24	15	10
	25 - 50	15	10
	51 +	15	10
Wanita	11 - 14	12	15
	15 - 18	12	15
	19 - 24	12	15
	25 - 50	12	15
	51 +	12	10
Wanita hamil	6 bl pertama	19	15
Menyusui	6 bl kedua	16	15

2. BAHAN DAN TATA KERJA

2.1 Pengumpulan dan Preparasi cuplikan

Berbagai jenis bahan makanan meliputi kacang-kacangan, sayuran, rempah-rempah, tepung, daging dan ikan dicuplik dari Pasar Serpong. Kecuali tepung dan kacang-kacangan, cuplikan dicuci terlebih dahulu sebelum dipotong kecil-kecil, dimasukkan ke dalam labu gelas, dibekukan di dalam lemari pembeku selama 24 jam dan kemudian dikeringkan dengan pengeringan dingin (*freeze drier*) pada suhu -90°C dan tekanan 0,03 mBar selama 5 hari (*batch*). Setelah kering, sampel

ditumbuk (direduksi ukurannya) hingga halus dengan mortar dan diayak hingga diperoleh ukuran sekitar 100 *mesh*. Untuk sampel kacang-kacangan, diperoleh dari pasar sudah berupa biji kering, ditumbuk hingga halus. Sedangkan cuplikan tepung tidak ada perlakuan awal, hanya penentuan kadar air dengan pemanasan dalam oven pada suhu 100 °C hingga diperoleh berat konstan. Data kadar air ini sebagai dasar perhitungan konsentrasi analit per berat kering. Cuplikan bahan makanan yang sudah berbentuk serbuk halus ditimbang sekitar 50 – 150 mg dengan timbangan elektrik mikro, dan dimasukkan ke dalam vial LDPE dan diséal. Masing-masing cuplikan disiapkan secara *duplo* (2 *vial*).

2.2 Kontrol mutu hasil analisis

Untuk meyakinkan bahwa data hasil pengukuran akurat, maka perlu dilakukan kontrol mutu data hasil pengujian. Sarana sebagai kontrol kualitas berdasarkan rekomendasi IAEA (*International Atomic Energy Agency*) digunakan bahan acuan standar (SRM). Pada kegiatan ini telah digunakan SRM NIST 1537 *Tomato leaves*, SRM NIST 1547 *Peach Leaves*, SRM NIST 1577b *Bovine Liver*, dan CRM NIES 10b *Rice Flour*, yang disiapkan atau disisipkan pada setiap *batch* pengujian. Nilai hasil analisis SRM ini kemudian diuji untuk menentukan sah/tidaknya metode pengujian yang digunakan, berdasarkan persamaan-persamaan berikut ini.

Kriteria suatu pengujian diterima jika :

Akurasi hasil pengujian bisa diterima dengan tingkat kepercayaan 95 %, apabila $A \leq B$ di mana A adalah selisih konsentrasi

unsur nilai sertifikat dengan hasil analisis dan B adalah ketidakpastian gabungan diperluas dari nilai sertifikat dan nilai hasil analisis dengan tingkat kepercayaan 95 %. Nilai A dan B dihitung dengan persamaan berikut (10)

$$A = |\text{Nilai}_{\text{sertifikat}} - \text{Nilai}_{\text{hasilanalisis}}| \quad (1)$$

$$B = 1,95 \times \sqrt{\text{Unc}_{\text{sertifikat}}^2 + \text{Unc}_{\text{hasilanalisis}}^2} \quad (2)$$

Presisi hasil pengujian diterima jika $C \leq D$ (10) di mana C adalah suatu nilai yang diperoleh dari persamaan (3) dan D diperoleh dari persamaan (4):

$$C = \sqrt{\left(\frac{\text{Unc}_{\text{sertifikat}}}{\text{Nilai}_{\text{sertifikat}}}\right)^2 + \left(\frac{\text{Unc}_{\text{hasilanalisis}}}{\text{Nilai}_{\text{hasilanalisis}}}\right)^2} \times 100\% \quad (3)$$

$$D = \sqrt{\left(\frac{\text{Unc}_{\text{sertifikat}}}{\text{Nilai}_{\text{sertifikat}}}\right)^2 + (\sigma_H)^2} \times 100\% \quad (4)$$

$\sigma_H = 0,02 \times c^{0,8495}$ dimana c adalah konsentrasi unsur dalam sertifikat (10).

Unc : Nilai ketidakpastian pengukuran atau analisis.

Hasil pengujian diterima jika akurasi dan presisi, kedua-duanya lulus.

2.3 Iradiasi, akuisisi data dan kuantifikasi unsur Zn dan Fe

Pada aktivasi cuplikan dan SRM, sebagai pemantau fluks neutron thermal digunakan Al-0,1% Au dari IRRM dengan berat sekitar 2 – 3 mg, yang disiapkan dalam vial *Low Density Poly Ethylene* (LDPE). Target (cuplikan, SRM dan

pemantau fluks) yang telah disiapkan dalam vial, masing-masing dibungkus dengan aluminium foil dan disusun dalam satu *layer* yang sama, dimasukkan ke dalam kapsul rabbit yang terbuat dari aluminium. Target diiradiasi secara simultan untuk menjamin bahwa fluks neutron termal yang diterima cuplikan dan SRM dapat ditentukan secara akurat. Iradiasi dilakukan di fasilitas rabbit reaktor G.A. Siwabessy, pada daya sekitar 15 MW, selama 1 jam. Reaksi aktivasi yang terjadi adalah $Zn-64 (n,\gamma) Zn-65$ dan $Fe-58 (n,\gamma) Fe-59$. Pencacahan cuplikan pasca iradiasi dilakukan setelah target diluruhkan selama 2 - 3 minggu, yaitu untuk meluruhkan radionuklida umur paro pendek dan medium yang dapat mengganggu pencacahan $Zn-65$ yang memiliki umur paro 243,9 hari dan pemancar sinar γ pada energi 1115,55 keV, serta $Fe-59$ dengan $t_{1/2} = 44,5$ hari, energi gamma : 1099,25 keV dan 1291,60 keV. Pengambilan data spektrum- γ dilakukan menggunakan detektor HPGe yang terkalibrasi, yang dirangkai dengan penganalisis puncak multisaluran. Penentuan konsentrasi unsur Zn dan Fe dalam cuplikan dilakukan dengan

metode k_0 -AANI, dengan bantuan perangkat lunak k_0 dari IAEA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kontrol mutu hasil analisis dilakukan dengan menentukan konsentrasi unsur Zn dan Fe dalam bahan acuan standar SRM dari NIST (*National Institute of Standards and Technology*) dan CRM dari NIES (*National Institute for Environmental Studies*) yang diuji bersamaan dengan pengujian cuplikan. SRM *Tomato leaves* dan *Pech leaves*, masing-masing dilakukan dalam 5 replikat, sedangkan *bovine liver* dan *rice flour*, masing-masing 3 replikat. Hasil analisis unsur Zn dan Fe dalam bahan standar yang merupakan hasil rerata ditampilkan dalam Tabel 2. Setelah dilakukan pengujian akurasi dan presisi seperti yang ditampilkan dalam Tabel 2, dapat diketahui bahwa teknik pengujian dengan metode k_0 -AANI cukup valid. Dibuktikan dengan hasil pengujian tingkat akurasi dan presisi data yang diperoleh dibandingkan nilai dalam sertifikat menggunakan persamaan (1),(2),(3),dan (4), memenuhi kriteria pengujian dapat diterima dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Tabel 2. Hasil analisis unsure Zn dan Fe dalam cuplikan bahan acuan standar matriks biologi dengan metode k_0 -INAA

SRM	Unsur	analisis ($\mu\text{g/g}$)	sertifikat ($\mu\text{g/g}$)	Uji akurasi		Uji Presisi		Ket
				A	B	C	D	
SRM 1537 Tomato leaves	Zn	$32,0 \pm 1,7$	$30,9 \pm 0,7$	1,1	3,6	5,7	9,8	diterima
	Fe	$336,0 \pm 9,0$	$368,0 \pm 7,0$	22,0	22,2	3,2	6,8	
SRM 1547 Peach Leaves	Zn	$17,7 \pm 0,6$	$17,9 \pm 0,4$	0,2	1,4	4,1	10,6	diterima
	Fe	$208,5 \pm 17,0$	$218,0 \pm 4,0$	9,5	38,6	9,3	9,6	
SRM 1577b Bovine Liver	Zn	$125,7 \pm 2,0$	$127,0 \pm 16,0$	1,3	31,4	12,7	14,8	diterima
	Fe	$183,4 \pm 17,0$	$184,0 \pm 15,0$	0,6	40,0	10,9	11,2	
CRM 10b Rice Flour	Zn	$22,8 \pm 0,6$	$22,3 \pm 0,9$	0,5	2,2	4,9	10,8	diterima
	Fe	$15,3 \pm 1,0$	$13,4 \pm 0,8$	1,8	2,5	8,86	12,4	

Yaitu hasil uji akurasi dan presisi untuk data Zn dan Fe dalam ke empat jenis bahan acuan standar, keduanya diterima.

Pada Tabel 3 ditampilkan konsentrasi unsur Zn dan Fe dalam berbagai jenis bahan pangan. Dari tabel ini dapat diketahui bahwa konsentrasi unsur Zn di dalam cuplikan jenis daging cukup tinggi antara 146 – 198 µg/g, dan Fe > 100 µg/g kecuali pada daging ayam kadar Zn dan Fe tidak setinggi dalam cuplikan daging jenis lainnya, kadar Zn: 30,21 ±1,69 µg/g dan Fe 27,06 ± 2,12 µg/g.

Ada beberapa jenis sayuran yang memiliki kadar Fe cukup tinggi, >200 µg/g yaitu sawi putih, kangkung, cesim, bayam, seledri dan daun bawang. Konsentrasi Zn >100 µg/g terdapat pada bayam dan brokoli, masing-masing 119,27 dan 102,80 µg/g. Sedangkan pada kangkung, cesim,

seledri dan bunga kol, kadar Zn antara 50 – 100 µg/g. Konsentrasi Zn terendah ditemukan dalam tomat 11,03 µg/g, dan konsentrasi Fe terendah terdapat pada kubis 26,36 ± 3,70 µg/g.

Pada cuplikan jenis rempah-rempah dan bumbu, konsentrasi Zn bervariasi antara 15 – 70 µg/g, tertinggi terkandung di dalam ketumbar dan terendah terkandung di dalam lada. Kadar Fe dalam lada dan ketumbar cukup tinggi yaitu > 250 µg/g. Pada cuplikan kemiri tidak terdeteksi adanya Fe.

Pada kelompok kacang-kacangan, kacang hijau dan kedelai memiliki kadar Fe cukup tinggi yaitu >100 µg/g, demikian juga dengan kadar Zn dalam kedelai 45,15 ± 3,64 µg/g dan dalam kacang hijau 57,35 ± 11,23 µg/g cukup tinggi dibandingkan jenis cuplikan kacang lainnya.

Tabel 3. Hasil penentuan konsentrasi Zn dan Fe dalam cuplikan bahan makanan menggunakan k₀-AANI

Cuplikan	Konsentrasi (µg/g kering)		Cuplikan	Konsentrasi (µg/g kering)	
	Zn	Fe		Zn	Fe
Wortel	24,78±2,53	29,09±3,36	Bawang merah	25,43±1,50	20,53±1,65
Sawi putih	39,67±4,03	295,73±16,44	Bawang putih	35,68±1,46	45,36±1,85
Kangkung	54,84±5,03	337,98±12,5	Teh	27,75±2,0	221,86±18,91
Cesim	92,43±9,00	377,36±26,04	Kopi	13,78±1,13	42,68±3,26
Tomat	11,03±1,88	52,43±7,07	Kacang tanah	38,12±0,70	27,28±1,71
Kubis	30,35±3,36	26,36±3,70	Kacang hijau	45,15±3,64	126,16±4,05
Seledri	65,48±2,86	209,77±10,89	Kacang kedelai	57,35±11,23	183,00±12,28
Bayam	119,27±11,49	248,33±20,39	Kacang merah	32,54±2,55	72,52±6,28
Brokoli	102,80±4,21	117,80±11,8	Beras merah	19,27±1,79	61,07±3,43
Buncis	32,75±3,28	41,01±3,09	Beras putih	14,75±0,53	46,53±1,51
Bunga kol	56,09±9,29	185,91±8,33	Tepung gandum	41,65±3,12	58,26±1,02
Daun bawang	29,74±4,57	237,96±18,04	Tepung jagung	3,73±0,17	
Kacang panjang	48,23±4,82	127,00±16,51	Daging ayam	30,21±1,69	27,06± 2,12
Kentang	39,69±4,78	52,46± 1,75	Daging sapi	182,32±16,68	112,52±9,54
Ketimun	44,82±4,32	43,93±1,66	Daging kambing	198,52±18,19	107,08± 2,38
Cabai merah	15,45±1,57	44,72±1,03	Hati kambing	146,32±13,46	226,33±21,27
Jahe	29,10±1,43	52,82±4,21	Ikan tongkol	30,02±1,54	138,24±21,70
Lengkuas	52,48±5,72	141,06±3,65	Ikan ekor kuning	15,81±1,70	45,08±10,58
Lada	15,40±1,30	356,81±32,66	Tempe	37,90±2,84	153,12±0,85
Ketumbar	70,23±3,03	254,80±19,08	Tahu	52,81±4,40	130,70±9,00
Kemiri	31,85±2,70		Telur ayam	39,01±1,33	74,45±3,59
Kunyit	19,44±1,42	27,41±2,06	Susu	52,55±3,73	104,94±7,41

Konsentrasi Zn paling rendah dalam penelitian ini terkandung dalam cuplikan tepung jagung, pada cuplikan ini juga tidak terdeteksi adanya Fe. Untuk jenis cuplikan tepung yang diamati, konsentrasi Zn tertinggi terdapat pada cuplikan tepung terigu $41,65 \pm 3,12 \mu\text{g/g}$, dan Fe terkandung pada beras merah $61,07 \pm 3,43 \mu\text{g/g}$. Cuplikan tahu dan tempe mengandung Zn yang sebanding dengan telur ayam, sedangkan kandungan Zn dan Fe dalam ikan yang diamati lebih rendah dari tahu dan tempe.

Pada Tabel 4 ditampilkan data konsumsi per kapita per minggu untuk penduduk radius 5 km dari Kawasan Nuklir Serpong tahun 2005 yang diacu dari data rona lingkungan bagian pola makan dan minum yang dikeluarkan oleh PTPLR (11). Dengan asumsi bahwa perubahan tingkat konsumsi bahan pangan tidak signifikan, maka dari data tersebut dihitung data konsumsi per kapita per hari. Data ini akan digunakan untuk memperkirakan masukan mikronutrien Fe dan Zn oleh penduduk di area pengambilan data, melalui bahan

makanan yang dikonsumsi dan disampling dari pasar Serpong.

Dengan pola konsumsi yang tercantum dalam Tabel 4, untuk penduduk radius 5 km dari Kawasan Nuklir Serpong, asupan Zn yang tertinggi berasal dari beras dan sayur bayam, sedangkan asupan Fe tertinggi berasal dari beras, sayur bayam, kacang panjang, telur, dan ikan. Kadar Fe dan Zn dalam daging cukup tinggi, tetapi karena tingkat konsumsi per kapita rendah, maka asupan Fe dan Zn dari bahan makanan ini juga rendah. Kadar Fe dan Zn dalam daging ayam lebih rendah dibandingkan jenis daging lainnya, tetapi karena tingkat konsumsi hariannya lebih tinggi, maka asupan Zn dan Fe dari daging ayam lebih tinggi. Tahu dan tempe mengandung Fe dan Zn lebih tinggi bila dibandingkan telur, dan bahan makanan ini relatif lebih murah harganya, sehingga kemungkinan tingkat konsumsi penduduk juga cukup tinggi, tetapi karena tidak ada data pendukung maka belum dapat diperkirakan asupan harian perkapitanya.

Tabel 4. Konsumsi Bahan makanan per kapita dan perkiraan asupan Zn dan Fe ⁽¹¹⁾

Bahan makanan	Konsumsi perkapita perminggu (kg)	Konsumsi perkapita perhari (kg)	Perkiraan asupan Zn (mg/hari)	Perkiraan asupan Fe (mg/hari)
telur	0,152	0,022	0,858	1,638
daging ayam	0,126	0,018	0,544	0,487
daging sapi	0,009	0,001	0,182	0,113
daging lainnya	0,007	0,001	0,198	0,107
ikan tawar	0,078	0,011	0,330	1,521
beras	2,022	0,289	4,263	13,44
kangkung	0,105	0,015	0,823	5,069
bayam	0,096	0,014	1,669	3,476
timun	0,087	0,012	0,538	0,527
kacang panjang	0,072	0,010	0,482	1,27
kentang	0,042	0,006	0,238	0,314
wortel	0,030	0,004	0,099	0,116
kubis	0,025	0,004	0,121	0,105
sawi	0,013	0,002	0,079	0,591
buncis	0,007	0,001	0,033	0,041
Susu	0,003	0,0004	0,023	0,045

Dari penelitian Penentuan Unsur Zn dalam beberapa cuplikan makanan siap santap yang diambil dari beberapa daerah di Jawa, yang telah dilakukan sebelumnya oleh Endah Darmastuti dkk (12), menunjukkan bahwa angka kecukupan harian seng (*daily dietary intake*) berdasarkan kandungan Zn pada cuplikan porsi makan siang dan malam dari berbagai daerah dan konsumsi kalori harian sebesar 1744 Kal/hari, ternyata hanya memenuhi 64,3% dari RDA (*Recommended Dietary Allowence*) untuk pria dewasa yaitu 11 mg/hari. Ini berarti kebutuhan Zn untuk tubuh belum tercukupi, Kondisi ini perlu menjadi perhatian mengingat dampak negatif terhadap kesehatan apabila terjadi defisiensi Zn, terutama untuk golongan usia produktif dan anak-anak yang sedang tumbuh kembang di mana RDA untuk Zn adalah 10 -16 mg/hari.

Dengan tersedianya data kandungan unsur Zn dan Fe dalam bahan makanan, maka untuk memenuhi kecukupan Zn dan Fe, dapat dilakukan pengaturan diet yang tepat. Perlu diperhatikan juga bahwa di dalam tubuh sistem penyerapan Zn dan Fe berasal dari sumber hewani mencapai 30 %, lebih baik dari bahan nabati 10-20%, Hal ini disebabkan tingginya kadar asam fitat dalam bahan nabati sehingga penyerapan Zn dan Fe terhambat (13). Dari penelitian yang sudah ada, diketahui beberapa zat yang terkandung dalam bahan makanan yang dapat menghambat dan meningkatkan penyerapan Zn dan Fe di dalam tubuh, dan hal ini sebaiknya juga diperhatikan dalam pengaturan diet.

Kembang kol dengan kandungan Zn

$56,09 \pm 9,29 \mu\text{g/g}$, dan Fe $185,91 \pm 8,33 \mu\text{g/g}$ baik dikonsumsi karena mengandung asam askorbat dan sitrat yang bersifat meningkatkan penyerapan Zn dan Fe, Demikian juga dengan wortel, kentang, tomat, dan kubis walaupun kandungan Zn nya $<40 \mu\text{g/g}$ dan Fe $<$ dari sayur bayam, tetapi sayuran ini mengandung asam malak dan tartrat yang juga dapat meningkatkan penyerapan Zn dan Fe, Bahan makanan hewani seperti daging sapi, kambing, hati, ayam, dan ikan juga merupakan sumber Zn dan Fe yang baik karena mengandung asam amino, Sedangkan beras, terigu, kacang kedele, kacang dan tumbuhan polong mengandung fitat, yang menghambat penyerapan Zn dan Fe. Bayam walaupun kandungan Zn dan Fe nya cukup tinggi dibandingkan jenis sayur lainnya, tetapi mengandung polifenol yang bersifat menghambat penyerapan Zn dan Fe. Polifenol ini juga terdapat dalam teh, kopi, kacang, dan rempah-rempah(12). Untuk itu kombinasi konsumsi daging, unggas, makanan laut, tepung-tepungan, kacang-kacangan, dan sayuran merupakan pilihan yang terbaik.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian diperoleh data kandungan unsur Zn dan Fe dalam beberapa jenis bahan makanan. Kandungan Fe dalam bahan makanan secara umum lebih tinggi dari kandungan Zn kecuali pada cuplikan jenis daging. Daging memiliki kandungan Fe dan Zn cukup tinggi bila dibandingkan telur, tetapi karena tingkat konsumsi telur lebih tinggi yaitu 0,022 kg/hari, sedangkan daging 0,001

– 0,018 mg/hari, maka asupan Fe dan Zn dari telur lebih tinggi yaitu 0,85 – 1,64 mg/hari. Sayur bayam dan kangkung merupakan sumber makanan dengan kandungan Fe dan Zn cukup tinggi, dan ternyata tingkat konsumsi masyarakat juga cukup tinggi.

Dengan diketahuinya data kandungan Fe dan Zn dalam berbagai jenis bahan makanan, maka untuk memenuhi angka kecukupan Fe 15 mg dan Zn 15-19 mg per hari, dapat dicapai dengan mengkonsumsi bahan makanan yang memiliki kandungan Fe dan Zn cukup tinggi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Sdr, Sumardjo dan Siti Suprpti yang telah membantu dalam preparasi cuplikan dan Sdr Istanto atas pengambilan data dengan spektrometri gamma,

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Alamin MB, Mhapes AA, Bejey AM, Sadek A, Atweer RH, Dubalil K, Daw MS. Determination of essential and toxic elements in Libyan foodstuff using instrumental neutron activation analysis (INNA), J Rad Nucl Chem 2007; 271(1):247-50.
2. Chen-Yi, Chen, Trace elements in taiwanese health food, angelica keiskei, and other product, Available: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=PublicationURL&_cdi=5037&_auth=y&_acct=C000014238&_version=1&_urlVersion=0&_userid=204791&_pubType=J&md5=d8a75d16d5879d968bd44a50527bad26, diakses 4 -3-2008.
3. Iskander FY, Davis KR, Mineral and trace element contents in bread, Available:http://www.sciencedirect.com/science?_ob=PublicationURL&_cdi=5037&_auth=y&_acct=C000014238&_version=1&_urlVersion=0&_userid=204791&_pubType=J&md5=d8a75d16d5879d968bd44a50527bad26, diakses 4-3-2008.
4. Soliman K, Zikovaky L, Determination of Br, Ca, Cl, Co, Cu, I, K, Mg, Mn, Rb, S, Ti and V in cereals, oils, sweeteners and vegetables sold in Canada by NAA, J Food Comp Anal 1999 : 12(2) : 85-9.
5. Rina Mulyaningsih Th, Rukihati, Istanto, Analisis unsur esensial dalam teh komersial Indonesia dengan metode AAN. Prosiding Seminar Nasional AAN, Bandung, 22 Oktober 2008), Forum AANI dan Badan Tenaga Nuklir Nasional, ISSN 2085-2797, 111-118.
6. Sumardjo, Rina M Th, Istanto, Siti P, Analisis unsur kelumit dalam cuplikan minuman sachet dengan metode AAN, (Prosiding Seminar Nasional AAN, Bandung, 22 Oktober 2008), Forum AANI dan Badan Tenaga Nuklir Nasional, ISSN 2085-2797, 127-134.
7. Ernawati N, Efek suplementasi zinc dan besi pada pertumbuhan anak Available: http://digilib.usu.ac.id/index.php/component/journals/index.php?option=com_journal_review&id=7759&task=view, diakses 15-1 2009
8. Darmono, Logam dalam system biologi makhluk hidup. Penerbit Universitas Indonesia, 1994.

-
9. [www,Healingwithnutrition,com/mineral,html](http://www.Healingwithnutrition.com/mineral.html), diakses 5-2 2008
 10. Rina Mulyaningsih Th, Validasi metode analisis aktivasi netron sebagai metode pengujian di Lab AAN Serpong. *JTek ReakNuk*. 2004; 6(1).
 11. PTPLR-BATAN, Pola makan dan minum Available :[http://www.batan.go.id/ data lingkungan/ index,php?id=8](http://www.batan.go.id/data/lingkungan/index.php?id=8), diakses 2-3 2009, ISSN 2085-2797.
 12. Endah D, Muhayatun, Syukria K, Natalia A, Penentuan unsur Zn dalam beberapa cuplikan makanan siap santap menggunakan analisis aktivasi neutron. *Proseding Seminar Nasional AAN 2008*, 127-34.
 13. Eshelmen MM, *Introductory nutrition and nutritioan therapy*, 3rd ed, Lippincott: Raven Publisher;1996, 212 – 13.